

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-103519

(43)Date of publication of application : 21.04.1998

(51)Int.Cl.

F16J 9/26  
F02F 5/00

(21)Application number : 08-278843

(71)Applicant : TEIKOKU PISTON RING CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1996

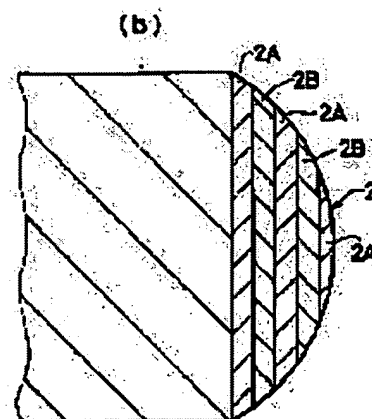
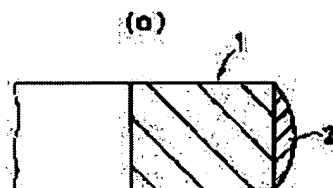
(72)Inventor : FUKUTOME HIROTO  
HARAYAMA AKIRA

## (54) PISTON RING AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piston ring subjected to composite plating by which the initial fitting is improved.

**SOLUTION:** Composite Cr plating 2 is formed on the outer peripheral sliding surface of a piston ring 1. The composite Cr plating 2 includes cracks and composite particles of aluminum or silicon nitride, etc., are included in the cracks. In the composite Cr plating 2, Cr plating layer 2A of more than 0 volumetric % and less than 1.5 volumetric % of small composite rate, and a Cr plating layer 2B of more than 1.5 volumetric % and not more than 12 volumetric % of large composite rate are plurally and alternately laminated to be formed, and the Cr plating layer 2A of small composite rate and the Cr plating layer 2B of large composite rate are axially and alternately exposed on the sliding surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3761640

[Date of registration] 20.01.2006

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

PAT-NO: JP410103519A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10103519 A

TITLE: PISTON RING AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: April 21, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUKUTOME, HIROTO

HARAYAMA, AKIRA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TEIKOKU PISTON RING CO LTD

N/A

APPL-NO: JP08278843

APPL-DATE: September 30, 1996

INT-CL (IPC): F16J009/26, F02F005/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piston ring subjected to composite plating by which the initial fitting is improved.

SOLUTION: Composite Cr plating 2 is formed on the outer peripheral sliding surface of a piston ring 1. The composite **Cr plating 2 includes cracks** and composite **particles of aluminum or silicon** nitride, etc., are included in the cracks. In the composite Cr plating 2, Cr plating layer 2A of more than 0 volumetric % and less than 1.5 volumetric % of small composite rate, and a Cr plating layer 2B of more than 1.5 volumetric % and not more than 12 volumetric % of large composite rate are plurally and alternately laminated to be formed, and the Cr plating layer 2A of small composite rate and the Cr plating layer 2B of large composite rate are axially and alternately exposed on the sliding surface.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The piston ring characterized by forming in the periphery sliding surface the composite coatings the plating layer of the rate size of compound below 12 volume % carried out [ composite coatings / the rate of compound / the plating layer and the rate of compound of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume % ] the laminating plurality and by turns more than 1.5 volume % more than 0 volume %, and the plating layer of compound \*\*\*\* of said composite coatings and the plating layer of the rate size of compound being exposed to a sliding front face.

[Claim 2] The piston ring according to claim 1 with which the plating layer of the rate size of compound exposed to said sliding front face is characterized by having arranged with the axial pitch of 0.05-0.2mm along a sliding front face.

[Claim 3] The piston ring according to claim 1 or 2 characterized by said composite coatings being compound Cr plating.

[Claim 4] By carrying out to the periphery sliding surface of the piston ring by repeating right \*\*\*\*\* and reverse \*\*\*\*\* using the plating bath containing a composite particle The rate of compound more than 0 volume % The plating layer of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume %, The rate of compound the process at which the plating layer of the rate size of compound below 12 volume % forms in a periphery sliding surface the composite coatings which carried out the laminating plurality and by turns more than 1.5 volume %, and by processing the front face of said composite coatings The manufacture approach of the piston ring characterized by having the process which exposes the plating layer of compound \*\*\*\*, and the plating layer of the rate size of compound on a sliding front face.

[Claim 5] The manufacture approach of the piston ring according to claim 4 characterized by for the configuration before the plating of said periphery sliding surface being a flat side parallel to shaft orientations, and being processing whose processing of the front face of said composite coatings makes a plating front face a barrel configuration.

[Claim 6] The manufacture approach of the piston ring according to claim 4 characterized by for the configuration before the plating of said periphery sliding surface being a barrel configuration, and being processing whose processing of the front face of said composite coatings makes a plating front face the barrel configuration of different curvature from the barrel configuration before said plating.

[Claim 7] The manufacture approach of the piston ring according to claim 4 characterized by for the configuration before the plating of said periphery sliding surface being a barrel configuration, and being processing whose processing of the front face of said composite coatings makes a plating front face a flat side parallel to shaft orientations.

[Claim 8] The manufacture approach of the piston ring according to claim 4 characterized by for the configuration before the plating of said periphery sliding surface being a taper side, and being processing whose processing of the front face of said composite coatings makes a plating front face a flat side parallel to shaft orientations.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an internal combustion engine's piston ring.

[0002]

[Description of the Prior Art] The operating environment of the piston ring is very severe, and it is becoming impossible in recent years, to maintain the engine performance by Cr plating and nitriding treatment which are used conventionally from correspondence of an engine high increase in power, low-fuel-consumption-izing, and control of exhaust gas.

[0003] On the other hand, the attempt which tends to be made to distribute a hard particle and is going to improve the abrasion resistance of Cr plating and printing-proof nature during Cr plating occurs as indicated by JP,62-56600,A. This approach deposits Cr plating which right-\*\*\*\*\* and has a mesh-like crack first, next performs reverse \*\*\*\*\*, carries out expansion development of the crack, and makes that crack contain a hard particle.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although this compound Cr plating is excellent in abrasion resistance and printing-proof nature, it is inferior to initial concordance nature.

[0005] The technical problem of this invention is to offer the piston ring with which the composite coatings which have improved initial concordance nature were given.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The piston ring of this invention is characterized by forming in the periphery sliding surface the composite coatings the plating layer of the rate size of compound below 12 volume % carried out [ composite coatings / the rate of compound / the plating layer and the rate of compound of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume % ] the laminating plurality and by turns more than 1.5 volume % more than 0 volume %, and the plating layer of compound \*\*\*\* of said composite coatings and the plating layer of the rate size of compound being exposed to a sliding front face.

[0007] In the above, good abrasion resistance and printing-proof nature are obtained by the plating layer of the rate size of compound, and initial concordance nature is secured by the plating layer of compound \*\*\*\*. Consequently, the piston ring of this invention becomes the thing excellent also in initial concordance nature while it is excellent in abrasion resistance and printing-proof nature.

[0008] As for the plating layer of the rate size of compound exposed to said sliding front face, it is desirable from the point of initial concordance nature to have arranged with the axial pitch of 0.05-0.2mm along a sliding front face.

[0009] As the above-mentioned composite coatings, compound Cr plating is used, for example.

[0010] The description of the manufacture approach of the piston ring of above-mentioned this invention is as follows.

[0011] (1) The plating layer and the rate of compound of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume % form [ the rate of compound ] in a periphery sliding surface the composite coatings in which the plating layer of the rate size of compound below 12 volume % carried out the laminating plurality and by turns more

than 1.5 volume % more than 0 volume % by carrying out to the periphery sliding surface of the piston ring by repeating right \*\*\*\*\* and reverse \*\*\*\*\* using the plating bath containing a composite particle.

[0012] The mesh-like crack is formed in the plating which deposits by right \*\*\*\*\*, this crack is expanded by reverse \*\*\*\*\*, and a composite particle 4 is fixed in this expanded crack 3 as shown in drawing 2. Furthermore, if right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* is performed repeatedly, the laminating of the composite coatings 40 will be further carried out on the composite coatings 30 formed at the first process of 1 cycle. Therefore, the composite particle 4 in the crack 3 of the first composite coatings 30 is shut up in a layer. And the composite coatings 40 of a bilayer eye have the crack 3 prolonged in the shape of a mesh on the front face, and the composite particle 4 is being fixed to this crack 3. Hereafter, if right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* is performed the number of predetermined times repeatedly, composite coatings will be formed in the periphery sliding surface of the piston ring by predetermined thickness.

[0013] In the above, since the cross section is making the letter of the abbreviation for V characters, the amount of a crack 3 of the composite particle 4 which contains a front-face side in a crack 3 increases. Consequently, although a composite particle 4 distributes to homogeneity mostly along a front face, the rate of compound comes out uniformly along a front face and the composite coatings formed by right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* of 1 cycle have a fixed sliding property, in the thickness direction, they cannot be said to be that the composite particle 4 is distributing to homogeneity, but become that from which the rate of compound differed in the thickness direction. Moreover, if it is made not to make a crack 3 penetrate in the thickness direction as shown in drawing 2, the part in which a crack 3 does not go into the lower layer section is made, and the rate of compound can also be set to 0.

[0014] The rate of compound of a composite particle is governed by the ratio, right \*\*\*\*\*, and the reverse \*\*\*\*\* conditions of the composite particle in a plating bath presentation. That is, the amount of the composite particle which goes into a crack by the ratio of the composite particle in a plating bath presentation is influenced, as for right \*\*\*\*\* conditions, a crack consistency is determined, and reverse \*\*\*\*\* conditions determine the crack width of face expanded.

[0015] Therefore, it is made to that to which composite coatings were formed in the periphery sliding surface of the piston ring by predetermined thickness as it mentioned above, when right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* was performed repeatedly, and, as for these composite coatings, the laminating of the plating layer of the rate size of the compound below 12 volume % was carried out [ the rate of compound ] for the rate of the plating layer of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume %, and compound by turns more than 1.5 volume % more than 0 volume %.

[0016] (2) Expose the plating layer of compound \*\*\*\*, and the plating layer of the rate size of compound on a sliding front face by processing the front face of said composite coatings.

[0017] The example of processing of the front face of composite coatings is shown below.

\*\* Make the configuration before the plating of a periphery sliding surface into a flat side parallel to shaft orientations, and process a plating front face into a barrel configuration.

\*\* Make the configuration before the plating of a periphery sliding surface into a barrel configuration, and process a barrel configuration with different curvature from the barrel configuration before galvanizing a plating front face.

\*\* Make the configuration before the plating of a periphery sliding surface into a barrel configuration, and process a plating front face on a flat side in parallel with shaft orientations.

\*\* Make the configuration before the plating of a periphery sliding surface into a taper side, and process a plating front face on a flat side in parallel with shaft orientations.

[0018] The plating layer of compound \*\*\*\* and the plating layer of the rate size of compound can be made to appear in shaft orientations by turns on a sliding front face by the above-mentioned processing.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is drawing of longitudinal section in which showing 1 operation gestalt of this invention, and showing some piston rings. The compound Cr plating 2 is formed in the periphery sliding surface of the piston ring 1. The compound Cr plating 2 is [0020] which sees

from a direction perpendicular to a plating side, and has the mesh-like crack 3 in the front face and interior and by which the composite particles 4, such as an alumina or silicon nitride, are being contained and fixed to the crack 3. Cr plating layer 2A of compound \*\*\*\* of under 1.5 volume % and the rate of compound carry out a laminating plurality and by turns more than 1.5 volume % more than 0 volume %, and the rate of compound is formed for Cr plating layer 2B of the rate size of compound below 12 volume %, and Cr plating layer 2A of said compound \*\*\*\* and Cr plating layer 2B of the rate size of compound have exposed the compound Cr plating 2 to shaft orientations by turns on the sliding front face.

[0021] Hereafter, the manufacture approach of the above-mentioned piston ring 1 is explained.

[0022] First, plating processing of the compound Cr plating 2 is explained. Compound Cr plating is formed by carrying out to the periphery sliding surface of the piston ring by repeating right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\*.

[0023] An example of the plating bath presentation of compound Cr plating and the monograph affair of right \*\*\*\*\* and reverse \*\*\*\*\* is shown below.

\*\* Plating bath presentation CrO<sub>3</sub> 250 g/l H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 1.0 g/l H<sub>2</sub> SiF<sub>6</sub> 5 g/l Composite particle (an alumina or silicon nitride) 20 g/l \*\* right \*\*\*\*\* Current density 60 A/dm<sup>2</sup> Plating bath temperature 55 degrees C Plating time amount 10 minute \*\* reverse \*\*\*\*\* Current density 50 A/dm<sup>2</sup> Plating bath temperature 55 degrees C Plating time amount 1 minute [0024] On condition that the above, the count of predetermined and the compound Cr plating 2 with which the laminating of Cr plating layer 2A of compound \*\*\*\* and the Cr plating layer 2B of the rate size of compound was carried out plurality and by turns at the flat periphery sliding surface parallel to the shaft orientations of the piston ring 1 as it was shown in drawing 3 (a), if carried out repeatedly are formed for right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\*.

[0025] Next, shaft orientations are made to expose Cr plating layer 2A of compound \*\*\*\*, and Cr plating layer 2B of the rate size of compound to the sliding front face of the piston ring 1 by turns by processing the front face of the compound Cr plating 2 into a barrel configuration as shown in drawing 3 (b).

[0026] Right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* is the number repeat \*\*\*\*\* of cycles according to the thickness of compound Cr plating. If 1 cycle of right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* is performed, since the plating thickness of about 10 micrometers can be obtained on the above-mentioned conditions, 12 cycle \*\*\*\*\* is carried out, for example.

[0027] Hereafter, the result of having performed the abrasion test using the reciprocation friction tester is explained.

[0028] The outline of the reciprocation friction tester used for the trial at drawing 4 is shown. It is held by the fixed block 11, a downward load is added by the oil hydraulic cylinder 12 from the upper part, and the bottom test piece 13 contacts the pin-like upper test piece 10 by pressing. On the other hand, the bottom test piece 13 of a flatbed configuration is held by the movable block 14, and is made to reciprocate by the crank chain 15. 16 is a load cell.

[0029] The test condition is as follows.

Load :98-N rate : 600cpm stroke : 50mm time amount : 1-hour lubricating oil : Bearing oil of gas oil equivalent viscosity [0030] (1) Abrasion test \*\* test piece top test piece : surface type-like processing of compound Cr plating and compound Cr plating was performed to the front face of the upper test piece of the steel for the piston rings.

Bottom test piece: Cast iron material for cylinder liners [0031] \*\* It is the same as the case of the piston ring 1 explained with 1 operation gestalt of surface type-like processing aforementioned this invention of compound Cr plating and compound Cr plating. However, reverse \*\*\*\*\* conditions were changed and five kinds of test pieces with which the rates of compound differ were created (refer to Table 1).

[0032]



表 1

	複合率 (体積%)	
	複合率小のCrめっき層	複合率大のCrめっき層
試験片 1	0	8. 0
試験片 2	0. 3	8. 5
試験片 3	0. 8	7. 0
試験片 4	1. 2	9. 0
試験片 5	1. 4	8. 5

[0033] \*\* The test-method above-mentioned reciprocation friction tester was used, and the abrasion test was performed.

[0034] \*\* The result of the abrasion loss of a result top test piece is shown in drawing 5 . In addition, the trial is performed also about the case where the usual hard Cr plating is formed in an upper test piece, and the wear ratio of drawing 5 is setting abrasion loss when forming hard Cr plating in an upper test piece to 1. It was checked that the test piece which has the compound Cr plating of this invention excels the test piece which has the usual hard Cr plating in abrasion resistance as shown in drawing 5 .

[0035] Next, the result of having examined by being burned using a high planar pressure printing testing machine is explained.

[0036] Drawing 6 shows the outline of the high planar pressure printing testing machine used for the trial. A test piece 20 is held by Rota 21 and rotated by rotation of Rota 21. On the other hand, the partner test piece 22 is held by the stator 23, and is pushed against the Rota 21 side by the predetermined load P by the hydraulic power unit.

[0037] A test piece 20 is rotated in such equipment, carrying out oil supply of the specified quantity to a sliding surface from the lubrication hole 24 currently formed in the stator 23. The load made to act on a test piece 20 for every fixed time amount is made to increase gradually, the torque generated by sliding with a test piece 20 and the partner test piece 22 is measured by the torque meter, and it is made to record on a recorder. Generating of a seizure phenomenon raises torque rapidly. Therefore, it is burned, the load which acts on the test piece 20 in case torque goes up rapidly is made into a load, it is burned by the size of this seizure load, and the quality of a property is judged.

[0038] The test condition is as follows.

Rotational speed 8 m/s regularity Load It starts from 20kgf. 10 kgf/min comes out comparatively and it increases gradually. Lubricating oil Gas oil Oil temperature 80 degrees C [0039] (1) Seizure trial \*\* test piece test piece : surface type-like processing of compound Cr plating and compound Cr plating was performed to the front face of the test piece of the steel for the piston rings.

Partner test piece: Cast iron material for cylinder liners [0040] \*\* It is the same as the case of the surface type-like processing aforementioned abrasion test of compound Cr plating and compound Cr plating.

[0041] \*\* The test-method above-mentioned quantity planar pressure printing testing machine was used, and the printing trial was performed.

[0042] \*\* The result of the seizure load of each test piece obtained by the result printing trial is shown in drawing 7 . In addition, the trial is performed also about the case where the usual hard Cr plating is formed in a test piece, and the seizure load ratio of drawing is setting the seizure load when forming hard Cr plating in a test piece to 1. It was checked that the test piece which has the compound Cr plating of this invention excels the test piece which has the usual hard Cr plating in printing-proof nature as shown in drawing 7 .

[0043] Next, in order to examine initial concordance nature, the result of having performed the system

trial is explained.

[0044] (1) It is the piston ring 1 explained with 1 operation gestalt of system trial \*\* sample offering piston ring aforementioned this invention, and is a thing with  $\phi 95\text{mm}$ , a shaft-orientations width of face [ of  $3\text{mm}$  ], and a radial thickness of  $3.8\text{mm}$ . In addition, the curvature of the barrel configuration in surface type-like processing of compound Cr plating was changed, and the test piece which is five kinds from which the axial pitch along the sliding front face of Cr plating layer of the rate size of compound differs was created (refer to Table 2).

[0045]

表 2

	複合率大のCrめっき層のピッチ (mm)
供試ピストンリング 1	0.04
供試ピストンリング 2	0.05
供試ピストンリング 3	0.10
供試ピストンリング 4	0.20
供試ピストンリング 5	0.25

[0046] \*\* test-method engine: --  $\phi 95\text{mm} \times$  serial 4-cylinder diesel-power-plant service-condition: -- full load durable 300-hour test-method: -- the above-mentioned conditions -- 1 hour after a start up -- oil consumption -- measurement.

[0047] \*\* The result of the initial oil consumption of each sample offering piston ring obtained by the join fruits machine trial is shown in drawing 8. In addition, the trial is performed also about the case where the conventional compound Cr plating is formed in the piston ring, and the oil consumption ratio of drawing 8 is setting the oil consumption when forming the conventional compound Cr plating in the piston ring to 1. It turns out that early oil consumption is reducing the piston ring which has the compound Cr plating of this invention compared with the piston ring which has the conventional compound Cr plating, and initial concordance nature is improving as shown in drawing 8.

[0048] Although the example of processing which makes the configuration before the plating of the periphery sliding surface of the piston ring a flat side parallel to shaft orientations, and makes the front face of compound Cr plating a barrel configuration was shown with the above-mentioned operation gestalt in order to expose Cr plating layer of compound \*\*\*\*, and Cr plating layer of the rate size of compound on a sliding front face, this invention is not restricted to this. Below, other examples are shown.

[0049] In addition, on explanation, although the following drawing 9 - drawing 11 show the example of two-cycle \*\*\*\*\* for right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\* , they perform the cycle according to the thickness of compound Cr plating in practice.

[0050] Drawing 9 is an example of processing which makes a barrel configuration the configuration before the plating of the periphery sliding surface of the piston ring, and is made into the barrel configuration of different curvature from the barrel configuration before galvanizing the front face of compound Cr plating.

[0051] Drawing 10 is an example of processing which makes a barrel configuration the configuration before the plating of the periphery sliding surface of the piston ring, and makes the front face of compound Cr plating a flat side in parallel with shaft orientations.

[0052] Drawing 11 is an example of processing which makes a taper side the configuration before the plating of the periphery sliding surface of the piston ring, and makes the front face of compound Cr plating a flat side in parallel with shaft orientations.

[0053]

[Effect of the Invention] As explained above, the piston ring of this invention is excellent also in initial

concordance nature as well as abrasion resistance and printing-proof nature.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] One operation gestalt of this invention is shown and drawing of longitudinal section in which (a) shows some piston rings, and (b) are the enlarged drawings of the compound Cr plating part of the above-mentioned piston ring.

[Drawing 2] It is a perspective view explaining the production process of compound Cr plating, and (a) shows 1 cycle back of right \*\*\*\*\* -> reverse \*\*\*\*\*, and (b) shows the two-cycle back of this process.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section explaining the processing process of the front face of compound Cr plating, and (a) shows the compound Cr plating back and (b) shows the processing back of the front face of compound Cr plating.

[Drawing 4] It is the front view showing the outline of a reciprocation friction tester.

[Drawing 5] It is the graph which shows the result of an abrasion test.

[Drawing 6] It is drawing of longitudinal section showing the outline of a high planar pressure printing testing machine.

[Drawing 7] It is the graph which shows the result of a seizure trial.

[Drawing 8] It is the graph which shows the result of a system trial.

[Drawing 9] It is drawing of longitudinal section showing another example of processing of the front face of compound Cr plating, and (a) shows the compound Cr plating back and (b) shows the processing back of the front face of compound Cr plating.

[Drawing 10] It is drawing of longitudinal section showing still more nearly another example of processing of the front face of compound Cr plating, and (a) shows the compound Cr plating back and (b) shows the processing back of the front face of compound Cr plating.

[Drawing 11] It is drawing of longitudinal section showing still more nearly another example of processing of the front face of compound Cr plating, and (a) shows the compound Cr plating back and (b) shows the processing back of the front face of compound Cr plating.

### [Description of Notations]

1 Piston Ring

2 Compound Cr Plating

2A The plating layer of compound \*\*\*\*

2B The plating layer of the rate size of compound

3 Crack

4 Composite Particle

10 Upper Test Piece

11 Fixed Block

12 Oil Hydraulic Cylinder

13 Bottom Test Piece

14 Movable Block

15 Crank Chain

16 Load Cell  
20 Test Piece  
21 Rota  
22 Partner Test Piece  
23 Stator  
24 Lubrication Hole

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-103519

(43)公開日 平成10年(1998) 4月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 1 6 J 9/26

F 1 6 J 9/26

C

F 0 2 F 5/00

F 0 2 F 5/00

F

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-278843

(22)出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71)出願人 000215785

帝国ピストンリング株式会社

東京都中央区八重洲1丁目9番9号

(72)発明者 福留 弘人

東京都中央区八重洲一丁目9番9号 帝国

ピストンリング株式会社内

(72)発明者 原山 章

東京都中央区八重洲一丁目9番9号 帝国

ピストンリング株式会社内

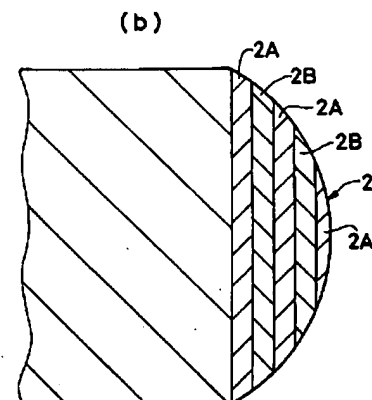
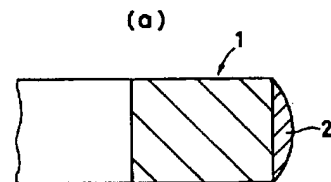
(74)代理人 弁理士 岡部 健一

(54)【発明の名称】 ピストンリングおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 初期なじみ性を改善した複合めっきが施されたピストンリングを提供する。

【解決手段】 ピストンリング1の外周摺動面に複合Crめっき2を形成する。複合Crめっき2はクラック3を有し、アルミナあるいは窒化珪素等の複合粒子4がクラック3に含有している。複合Crめっき2は複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のCrめっき層2Aと、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のCrめっき層2Bとが複数、交互に積層して形成されており、かつ、複合率小のCrめっき層2Aと複合率大のCrめっき層2Bとが摺動表面に軸方向に交互に露出している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のめっき層と、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のめっき層とが複数、交互に積層した複合めっきが外周摺動面に形成されており、かつ、前記複合めっきの複合率小のめっき層と複合率大のめっき層とが摺動表面に露出していることを特徴とするピストンリング。

【請求項2】 前記摺動表面に露出している複合率大のめっき層が、摺動表面に沿った軸方向ピッチ0.05～0.2mmで配列していることを特徴とする請求項1記載のピストンリング。

【請求項3】 前記複合めっきが複合Crめっきであることを特徴とする請求項1または2記載のピストンリング。

【請求項4】 ピストンリングの外周摺動面に、複合粒子を含んだめっき浴を用いて正電めっきと逆電処理とを繰り返し行うことにより、複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のめっき層と、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のめっき層とが複数、交互に積層した複合めっきを外周摺動面に形成する工程と、前記複合めっきの表面を加工することにより、複合率小のめっき層と複合率大のめっき層とを摺動表面に露出させる工程とを備えていることを特徴とするピストンリングの製造方法。

【請求項5】 前記外周摺動面のめっき前の形状が軸方向に平行な平坦面であり、前記複合めっきの表面の加工がめっき表面をバレル形状とする加工であることを特徴とする請求項4記載のピストンリングの製造方法。

【請求項6】 前記外周摺動面のめっき前の形状がバレル形状であり、前記複合めっきの表面の加工がめっき表面を前記めっき前のバレル形状と異なる曲率のバレル形状とする加工であることを特徴とする請求項4記載のピストンリングの製造方法。

【請求項7】 前記外周摺動面のめっき前の形状がバレル形状であり、前記複合めっきの表面の加工がめっき表面を軸方向に平行な平坦面とする加工であることを特徴とする請求項4記載のピストンリングの製造方法。

【請求項8】 前記外周摺動面のめっき前の形状がテーパ面であり、前記複合めっきの表面の加工がめっき表面を軸方向に平行な平坦面とする加工であることを特徴とする請求項4記載のピストンリングの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関のピストンリングに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エンジンの高出力化、低燃費化および排気ガス規制の対応からピストンリングの使用環境は、非常に過酷になっており、従来使用されているCr

めっきや窒化処理では性能を維持できなくなってきた。

【0003】これに対し、特開昭62-56600号に記載されているように、Crめっき中に硬質粒子を分散させてCrめっきの耐摩耗性、耐焼き付き性を改善しようとする試みがある。この方法は、初めに、正電めっきして網目状のクラックを有するCrめっきを析出させ、次に、逆電処理を行ってクラックを拡大発展させ、そのクラックに硬質粒子を含有させるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この複合Crめっきは、耐摩耗性、耐焼き付き性に優れているが、初期なじみ性に劣る。

【0005】本発明の課題は、初期なじみ性を改善した複合めっきが施されたピストンリングを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のピストンリングは、複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のめっき層と、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のめっき層とが複数、交互に積層した複合めっきが外周摺動面に形成されており、かつ、前記複合めっきの複合率小のめっき層と複合率大のめっき層とが摺動表面に露出していることを特徴とする。

【0007】上記において、複合率大のめっき層によって良好な耐摩耗性、耐焼き付き性が得られ、複合率小のめっき層によって初期なじみ性が確保される。その結果、本発明のピストンリングは、耐摩耗性、耐焼き付き性に優れるとともに、初期なじみ性にも優れたものとなる。

【0008】前記摺動表面に露出している複合率大のめっき層は、摺動表面に沿った軸方向ピッチ0.05～0.2mmで配列しているのが、初期なじみ性の点から望ましい。

【0009】上記複合めっきとしては、例えば複合Crめっきが使用される。

【0010】上記本発明のピストンリングの製造方法の特徴は次の通りである。

【0011】(1)ピストンリングの外周摺動面に、複合粒子を含んだめっき浴を用いて正電めっきと逆電処理とを繰り返し行うことにより、複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のめっき層と、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のめっき層とが複数、交互に積層した複合めっきを外周摺動面に形成する。

【0012】図2に示されているように、正電めっきで析出するめっきには網目状のクラックが形成されており、このクラックが逆電処理で拡大され、この拡大されたクラック3内に複合粒子4が固定される。さらに、正電めっき→逆電処理が繰り返して行われると、最初の1

サイクルの工程で形成された複合めっき30の上に更に複合めっき40が積層される。したがって、最初の複合めっき30のクラック3内の複合粒子4は層内に閉じ込められる。そして二層目の複合めっき40は、表面に網目状に延びているクラック3を有しており、このクラック3に複合粒子4が固定されている。以下、正電めっき→逆電処理が所定回数、繰り返して行われると、ピストンリングの外周摺動面に所定厚さで複合めっきが形成される。

【0013】上記において、クラック3は断面が略V字状をなしているため、表面側ほど、クラック3内に含有される複合粒子4の量は多くなる。その結果、1サイクルの正電めっき→逆電処理で形成される複合めっきは、複合粒子4が表面に沿ってほぼ均一に分散し、表面に沿って複合率が一律で一定の摺動特性を有するが、厚さ方向では複合粒子4が均一に分散しているとは言えず、複合率が厚さ方向では異なったものとなる。また、図2に示されているように、クラック3を厚さ方向に貫通させないようにすれば、下層部にクラック3が入らない部分ができ、複合率を0とすることもできる。

【0014】複合粒子の複合率は、めっき浴組成における複合粒子の比率、正電めっきおよび逆電処理条件に支配される。すなわち、めっき浴組成における複合粒子の比率でクラックに入る複合粒子の量が左右され、正電めっき条件はクラック密度を決定し、逆電処理条件は拡大されるクラック幅を決定する。

【0015】したがって、正電めっき→逆電処理が繰り返して行われると、上述したように、ピストンリングの外周摺動面に所定厚さで複合めっきが形成され、この複合めっきは複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のめっき層と、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のめっき層とが交互に積層されたものにできる。

【0016】(2)前記複合めっきの表面を加工することにより、複合率小のめっき層と複合率大のめっき層とを摺動表面に露出させる。

#### ①めっき浴組成

CrO <sub>3</sub>	250g/l
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.0g/l
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	5g/l
複合粒子(アルミナまたは窒化珪素)	20g/l

#### ②正電めっき

電流密度	60A/dm <sup>2</sup>
めっき浴温	55℃
めっき時間	10分

#### ③逆電処理

電流密度	50A/dm <sup>2</sup>
めっき浴温	55℃
めっき時間	1分

【0024】上記の条件で、正電めっき→逆電処理が所※50※定回数、繰り返して行われると、図3(a)に示されて

\*【0017】複合めっきの表面の加工例を以下に示す。

①外周摺動面のめっき前の形状を軸方向に平行な平坦面とし、めっき表面をバレル形状に加工する。

②外周摺動面のめっき前の形状をバレル形状とし、めっき表面をめっき前のバレル形状と異なる曲率でバレル形状に加工する。

③外周摺動面のめっき前の形状をバレル形状とし、めっき表面を軸方向に平行に平坦面に加工する。

④外周摺動面のめっき前の形状をテーパ面とし、めっき表面を軸方向に平行に平坦面に加工する。

【0018】上記の加工によって、複合率小のめっき層と複合率大のめっき層とを摺動表面に軸方向に交互に出現させることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態を示し、ピストンリングの一部分を示す縦断面図である。ピストンリング1の外周摺動面に複合Crめっき2が形成されている。複合Crめっき2は、めっき面に垂直な方向から見て、その表面および内部に網目状のクラック3を有しており、アルミナあるいは窒化珪素等の複合粒子4がクラック3に含有されて固定されている

【0020】複合Crめっき2は、複合率が0体積%以上、1.5体積%未満の複合率小のCrめっき層2Aと、複合率が1.5体積%以上、12体積%以下の複合率大のCrめっき層2Bとが複数、交互に積層して形成されており、かつ、前記複合率小のCrめっき層2Aと複合率大のCrめっき層2Bとが摺動表面に軸方向に交互に露出している。

【0021】以下、上記ピストンリング1の製造方法を説明する。

【0022】まず、複合Crめっき2のめっき処理について説明する。複合Crめっきは、ピストンリングの外周摺動面に、正電めっき→逆電処理を繰り返して行うことによって形成される。

【0023】複合Crめっきのめっき浴組成、および正電めっきと逆電処理の各条件の一例を下記に示す。



いるように、ピストンリング1の軸方向に平行な平坦な外周摺動面に、複合率小のCrめっき層2Aと複合率大のCrめっき層2Bとが複数、交互に積層された複合Crめっき2が形成される。

【0025】次に、図3(b)に示されているように、複合Crめっき2の表面をバレル形状に加工することによって、ピストンリング1の摺動表面に、複合率小のCrめっき層2Aと複合率大のCrめっき層2Bとを、軸方向に交互に露出させる。

【0026】正電めっき→逆電処理は複合Crめっきの厚さに応じたサイクル数繰り返して行われる。上記条件で、正電めっき→逆電処理の1サイクルを行うと、10μm程度のめっき厚さを得ることができるので、例えば12サイクル繰り返される。

【0027】以下、往復動摩擦試験機を使用して摩耗試験を行った結果を説明する。

【0028】図4に、試験に使用した往復動摩擦試験機の概要を示す。ピン状の上試験片10は固定ブロック11により保持され、上方から油圧シリンダ12により下向きの荷重が加えられて、下試験片13に押接される。一方、平盤形状の下試験片13は可動ブロック14によ\*

表1

	複合率 (体積%)	
	複合率小のCrめっき層	複合率大のCrめっき層
試験片1	0	8.0
試験片2	0.3	8.5
試験片3	0.8	7.0
試験片4	1.2	9.0
試験片5	1.4	8.5

#### 【0033】③試験方法

上記往復動摩擦試験機を使用し、摩耗試験を行った。

#### 【0034】④結果

上試験片の摩耗量の結果を図5に示す。なお、試験は上試験片に通常の硬質Crめっきを形成した場合についても行っており、図5の摩耗比は、上試験片に硬質Crめっきを形成したときの摩耗量を1としている。図5に示されているように、本発明の複合Crめっきを有する試験片は、通常の硬質Crめっきを有する試験片よりも耐摩耗性が優れていることが確認された。

【0035】次に、高面圧焼き付き試験機を使用して焼き付き試験を行った結果を説明する。

【0036】図6は、試験に使用した高面圧焼き付き試験機の概要を示す。試験片20はロータ21により保持※

回転速度

8m/s一定

荷重

20kgfより開始

10kgf/minの割合で段階的に増加

\*り保持され、クランク機構15により往復動させられる。16はロードセルである。

【0029】試験条件は以下の通りである。

荷重 : 98N

速度 : 600cpm

ストローク : 50mm

時間 : 1時間

潤滑油 : 軽油相当粘度の軸受油

#### 【0030】(1) 摩耗試験

##### ①試験片

上試験片：ピストンリング用鋼製の上試験片の表面に複合Crめっきおよび複合Crめっきの表面形状加工を施した。

下試験片：シリンダライナ用鋳鉄材

【0031】②複合Crめっきおよび複合Crめっきの表面形状加工

前記本発明の一実施形態で説明したピストンリング1の場合と同じ。ただし、逆電処理条件を変えて、複合率の異なる5種類の試験片を作成した(表1参照)。

#### 【0032】

※され、ロータ21の回転により回転させられる。一方、相手試験片22はステータ23により保持され、油圧装置により所定荷重Pでロータ21側に押し付けられる。

【0037】このような装置において、ステータ23に形成されている注油孔24から摺動面に所定量の給油をしながら、試験片20を回転させる。一定時間毎に試験片20に作用させる荷重を段階的に増加させ、試験片20と相手試験片22との摺動により発生するトルクをトルクメータで測定し、記録計に記録させる。焼き付き現象が発生するとトルクが急激に上昇する。したがって、トルクが急激に上昇するときの試験片20に作用する荷重を焼き付き荷重とし、この焼き付き荷重の大小で焼き付き特性の良否を判定する。

【0038】試験条件は次の通りである。

潤滑油  
油温

軽油  
80℃

# 【0039】(1) 焼き付き試験

## ①試験片

試験片：ピストンリング用鋼製の試験片の表面に複合Crめっきおよび複合Crめっきの表面形状加工を施した。

相手試験片：シリンダライナ用鋳鉄材

【0040】②複合Crめっきおよび複合Crめっきの表面形状加工

前記摩耗試験の場合と同じ。

## 【0041】③試験方法

上記高面圧焼き付き試験機を使用し、焼き付き試験を行った。

## 【0042】④結果

焼き付き試験で得られた各試験片の焼き付き荷重の結果を図7に示す。なお、試験は試験片に通常の硬質Crめっきを形成した場合についても行っており、図の焼き付\*

表2

	複合率大のCrめっき層のピッチ (mm)
供試ピストンリング1	0.04
供試ピストンリング2	0.05
供試ピストンリング3	0.10
供試ピストンリング4	0.20
供試ピストンリング5	0.25

## 【0046】②試験方法

エンジン：φ95mm×直列4気筒ディーゼルエンジン  
運転条件：全負荷耐久300時間  
試験方法：上記の条件で運転開始後1時間でオイル消費量を測定。

## 【0047】③結果

実機試験で得られた各供試ピストンリングの初期オイル消費量の結果を図8に示す。なお、試験はピストンリングに従来の複合Crめっきを形成した場合についても行っており、図8のオイル消費量は、ピストンリングに従来の複合Crめっきを形成したときのオイル消費量を1としている。図8に示されているように、本発明の複合Crめっきを有するピストンリングは、従来の複合Crめっきを有するピストンリングに比べて初期のオイル消費量が低減しており、初期なじみ性が向上していることがわかる。

【0048】上記実施形態では、複合率小のCrめっき層と複合率大のCrめっき層とを摺動表面に露出させるために、ピストンリングの外周摺動面のめっき前の形状を軸方向に平行に平坦面とし、複合Crめっきの表面をバレル形状とする加工例を示したが、本発明はこれに限るものではない。以下に、他の例を示す。

\*き荷重比は試験片に硬質Crめっきを形成したときの焼き付き荷重を1としている。図7に示されているように、本発明の複合Crめっきを有する試験片は通常の硬質Crめっきを有する試験片よりも耐焼き付き性が優れていることが確認された。

【0043】次に、初期なじみ性を試験するために、実機試験を行った結果を説明する。

## 10 【0044】(1) 実機試験

### ①供試ピストンリング

前記本発明の一実施形態で説明したピストンリング1で、φ95mm、軸方向幅3mm、半径方向厚さ3.8mmのもの。なお、複合Crめっきの表面形状加工におけるバレル形状の曲率を変えて、複合率大のCrめっき層の摺動表面に沿った軸方向ピッチが異なる5種類の試験片を作成した(表2参照)。

### 【0045】

※【0049】なお、以下の図9～図11は、説明上、正電めっき→逆電処理を2サイクル行った例を示しているが、実際は複合Crめっきの厚さに応じたサイクルを行う。

【0050】図9は、ピストンリングの外周摺動面のめっき前の形状をバレル形状とし、複合Crめっきの表面をめっき前のバレル形状と異なる曲率のバレル形状とする加工例である。

【0051】図10は、ピストンリングの外周摺動面のめっき前の形状をバレル形状とし、複合Crめっきの表面を軸方向に平行に平坦面とする加工例である。

【0052】図11はピストンリングの外周摺動面のめっき前の形状をテーパ面とし、複合Crめっきの表面を軸方向に平行に平坦面とする加工例である。

### 【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明のピストンリングは、耐摩耗性、耐焼き付き性は勿論、初期なじみ性にも優れるものである。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示しており、(a)はピストンリングの一部分を示す縦断面図、(b)は上記ピストンリングの複合Crめっき部分の拡大図である。

※50

【図2】複合Crめっきの製造工程を説明する斜視図であり、(a)は正電めっき→逆電処理の1サイクル後を示し、(b)は同工程の2サイクル後を示す。

【図3】複合Crめっきの表面の加工工程を説明する縦断面図であり、(a)は複合Crめっき後を示し、(b)は複合Crめっきの表面の加工後を示す。

【図4】往復動摩擦試験機の概要を示す正面図である。

【図5】摩耗試験の結果を示すグラフである。

【図6】高面圧焼き付き試験機の概要を示す縦断面図である。

【図7】焼き付き試験の結果を示すグラフである。

【図8】実機試験の結果を示すグラフである。

【図9】複合Crめっきの表面の別の加工例を示す縦断面図であり、(a)は複合Crめっき後を示し、(b)は複合Crめっきの表面の加工後を示す。

【図10】複合Crめっきの表面のさらに別の加工例を示す縦断面図であり、(a)は複合Crめっき後を示し、(b)は複合Crめっきの表面の加工後を示す。

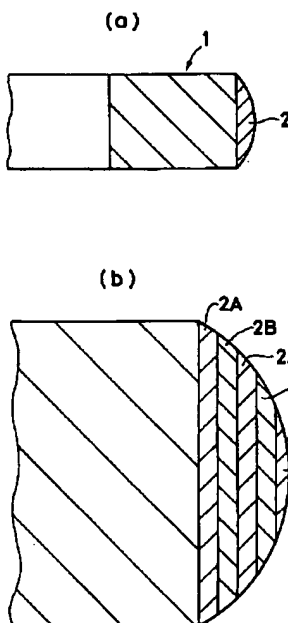
【図11】複合Crめっきの表面のさらに別の加工例を示す縦断面図であり、(a)は複合Crめっき後を示し、(b)は複合Crめっきの表面の加工後を示す。

し、(b)は複合Crめっきの表面の加工後を示す。

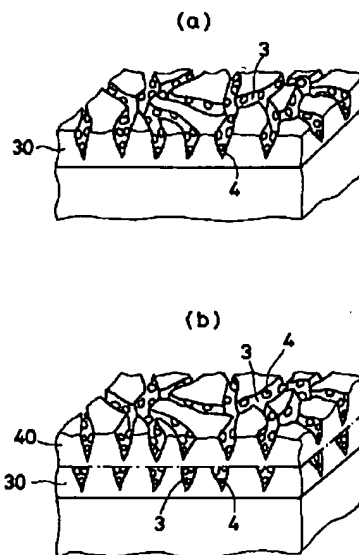
【符号の説明】

- 1 ピストンリング
- 2 複合Crめっき
- 2A 複合率小のめっき層
- 2B 複合率大のめっき層
- 3 クラック
- 4 複合粒子
- 10 上試験片
- 11 固定ブロック
- 12 油圧シリンダ
- 13 下試験片
- 14 可動ブロック
- 15 クランク機構
- 16 ロードセル
- 20 試験片
- 21 ロータ
- 22 相手試験片
- 23 ステータ
- 20 24 注油孔

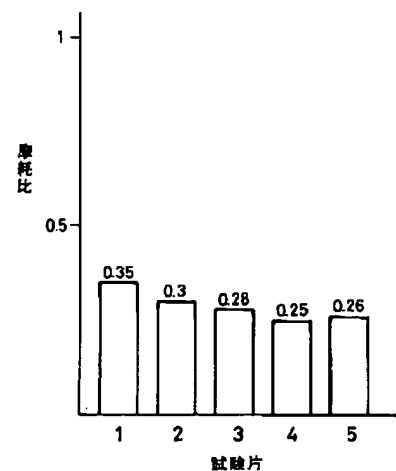
【図1】



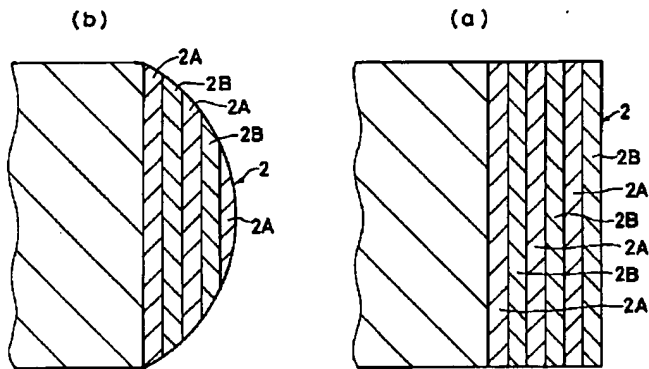
【図2】



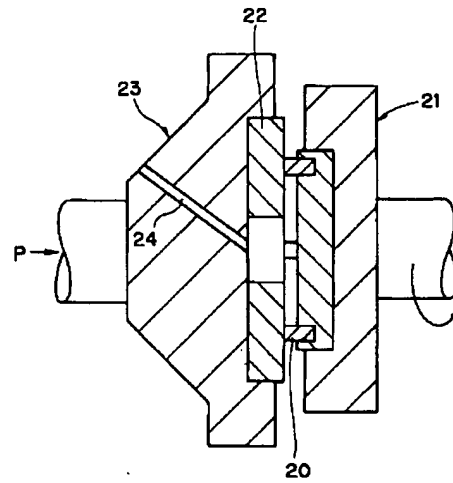
【図5】



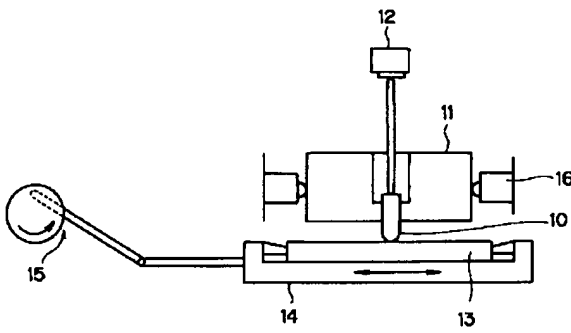
【図3】



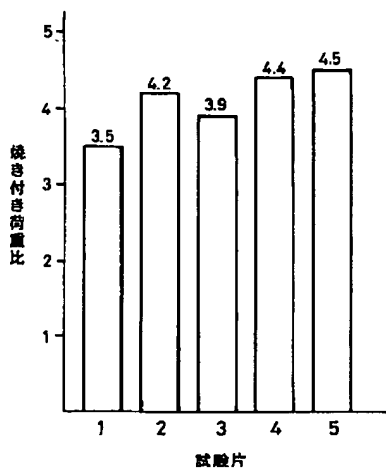
【図6】



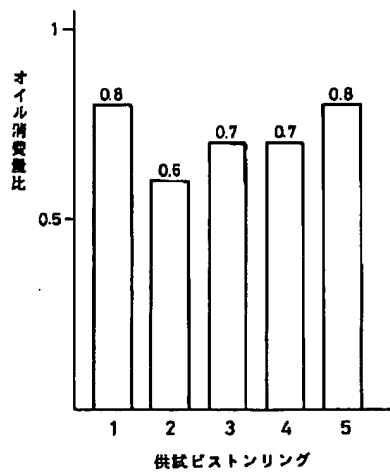
【図4】



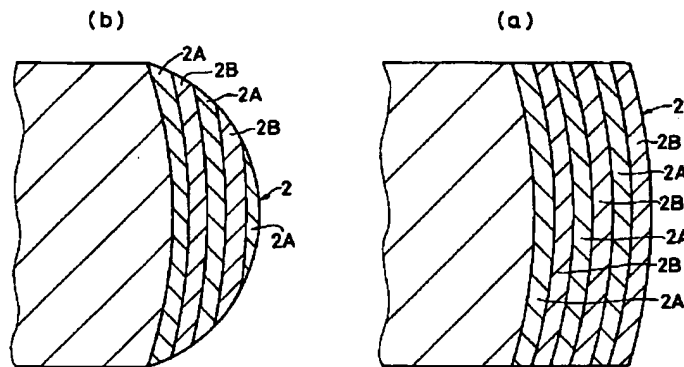
【図7】



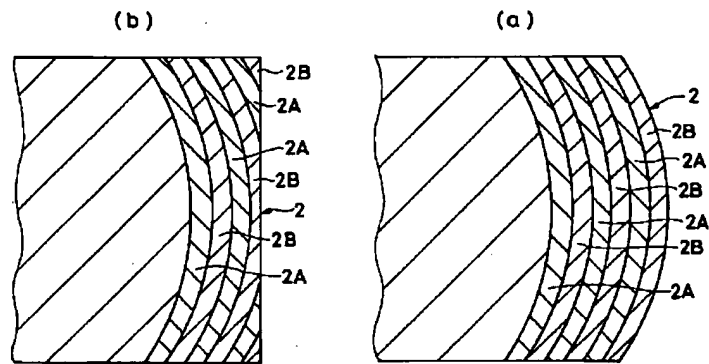
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

